

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

для виконання розрахунково-графічного завдання,  
практичних завдань і самостійної роботи  
з навчальної дисципліни

**«ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ»**

*(для студентів усіх форм навчання галузі знань 19 – Архітектура  
та будівництво, спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія,  
освітньої програми «Міське будівництво та господарство»)*

Методичні рекомендації для виконання розрахунково-графічного завдання, практичних завдань і самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інженерна підготовка міських територій» (для студентів усіх форм навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво, спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньої програми «Міське будівництво та господарство») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. І. Е. Линник. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 22 с.

Укладач: д-р техн. наук, проф. І. Е. Линник

Рецензент: канд. техн. наук, доц. О. С. Безлюбченко

*Рекомендовано кафедрою міського будівництва протокол № 12 від 15.05.2019.*

## **МЕТА І ЗАВДАННЯ МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ**

Мета виконання розрахунково-графічного завдання, практичних завдань і самостійної роботи – закріпити та поглибити знання, отримані студентами при вивченні дисципліни «Інженерна підготовка міських територій».

Завданням виконання розрахунково-графічного завдання є: на підставі плану міста розробити схему його вертикального планування, запроектувати злизову мережу міста, виконати гідрологічний і гідравлічний розрахунки зливової каналізації, побудувати поздовжній профіль колектора зливової каналізації.

### **СКЛАД ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОГО ЗАВДАННЯ**

На аркуші ватману формату А-1 у масштабі 1:10000 виконують схему вертикального планування міста методом проектних позначок. Графічну частину проекту виконують за допомогою комп'ютерних програм AutoCAD, ArchiCAD, Компас тощо. Існуючі (чорні) позначки надписують чорним кольором, а проектні (червоні) – червоним. На окремому аркуші будують поздовжній профіль колектора зливової каналізації.

### **СКЛАД ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ**

Розділ 1 Проектування схеми вертикального планування міста.

Розділ 2 Розміщення зливної мережі міста.

Розділ 3 Гідрологічний і гідравлічний розрахунки колектора зливної каналізації.

Розділ 4 Поздовжній профіль колектора зливної каналізації.

Список джерел. Указують використану літературу згідно з наявними вимогами.

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОГО ЗАВДАННЯ**

#### **Розділ 1 Проектування схеми вертикального планування міста**

Перед початком проектування необхідно проаналізувати існуючий рельєф території міста, показати основні вододіли й тальвеги, визначити основні ухили території, виявити території із складним рельєфом, вулиці, де ухили менше 5 ‰, бо там потрібно виконувати перепланування рельєфу.

Після проведеного аналізу існуючого рельєфу території розпочинають вирішення вертикального планування міста.

Спочатку знаходять існуючі (чорні) позначки на перехрестях і в характерних місцях (місцях перелому рельєфу). Чорні позначки на берегах річок визначають умовно – трохи нижче позначки найближчої горизонталі. Потім визначають проектні (червоні) позначки і поздовжні ухили між цими позначками.

Головним завданням вертикального планування є розробка висотного вирішення проекрованої території. При проектуванні вертикального планування необхідною умовою є дотримання мінімального обсягу земляних робіт, забезпечення відведення поверхневих вод лотками проїзних частин вулиць із прилеглих територій. Лотки вулиць мають розташовуватись нижче прилеглої території. У той же час необхідно максимально зберігати існуючий рельєф, ґрунтове покриття й зелені насадження. Для цього рекомендується, щоб зрізки ґрунту не перевищували 0,5 м.

Мінімальний поздовжній ухил вулиць має бути не менше 5 ‰, а максимальний – не перевищувати гранично допустимого для певної категорії вулиць відповідно з вимогами ДБН В.2.3-5:2018, тобто для магістральних вулиць і доріг загальноміського значення безперервного руху – 50 ‰, для магістральних вулиць загальноміського значення регульованого руху – 60 ‰, для магістральних вулиць районного значення – 60 ‰, для житлових вулиць – 70 ‰.

Починати вирішення схеми вертикального планування міста варто з магістральних вулиць, з найвищих точок рельєфу (пагорбів), або з вулиць з поздовжніми ухилами менше 5 ‰. Потім вирішують висотне положення інших вулиць згідно з правилом, що кожна позначка є кінцевою для попередньої ділянки вулиці і початковою для наступної.

Призначають червоні позначки на перехрестях і в характерних місцях. Вулиці в містах проектують у тих же позначках, що й існуючий рельєф, або в малих виїмках, тобто червоні позначки призначають або такими саме, як і чорні, або до 0,5 м нижче чорних. На мостах (перехрещення вулиць чи доріг з водоймами) і шляхопроводах (перехрещеннях вулиць чи доріг з іншими вулицями, дорогами, залізницями) через нестачу необхідних даних червоні позначки в цій роботі призначають умовно – на 6–7 м вище ніж чорні. Розраховують поздовжній ухил між червоними позначками й округлюють його до 1 ‰. Після округлення ухилу потрібно виправити якусь одну з червоних позначок на ділянці вулиці.

Якщо якісь вулиці мають існуючі поздовжні ухили менше 5 ‰, тоді потрібно виконувати перепланування рельєфу. Аналізуючи рельєф, студенти самі визначають, де будуть проходити тальвеги й вододіли, і з цих міркувань, а також враховуючи мінімальні обсяги земляних робіт і нульовий баланс земляних мас, розраховують червоні позначки. Тобто там, де прийнято вододіли, потріб-

но підсипати територію, а там, де прийнято тальвеги – виконувати зрізання ґрунту.

При виконанні вертикального планування необхідно дотримуватись умови стікання води вулицями до водойм. Бажано уникати планування перехресть вулиць, де поздовжні ухили всіх вулиць були б спрямовані до центру перехрестя, бо з таких місць відведення поверхневих вод значно ускладнюється.

### ***Приклад проектування схеми вертикального планування міста***

Задано фрагмент плану міста. На цьому фрагменті визначаємо позначки існуючого рельєфу і вимірюємо відстані між ними. Позначки існуючого рельєфу (чорні позначки) надписуємо на виносках вниз під рисою (рис. 1).

Аналізуючи існуючий рельєф, бачимо, що на горизонтальних ділянках вулиць з правого боку рисунка поздовжні ухили будуть менше 5 ‰:

$$\frac{142,90 - 142,50}{530} = 0,0007 \quad \text{і} \quad \frac{154,80 - 154,50}{530} = 0,00056.$$

Отже, на цих ділянках потрібно виконувати перепланування рельєфу. Приймаємо умову, що тальвег буде проходити центральною вулицею, що знаходиться у вертикальному напрямку. Для забезпечення мінімального обсягу земляних робіт і нульового балансу земляних мас чорні позначки на центральній вертикальній вулиці зменшуємо, а позначки на правій вертикальній вулиці збільшуємо. Червоні позначки надписують на виносках зверху над рисою. Далі розраховуємо поздовжні ухили (рис. 2).

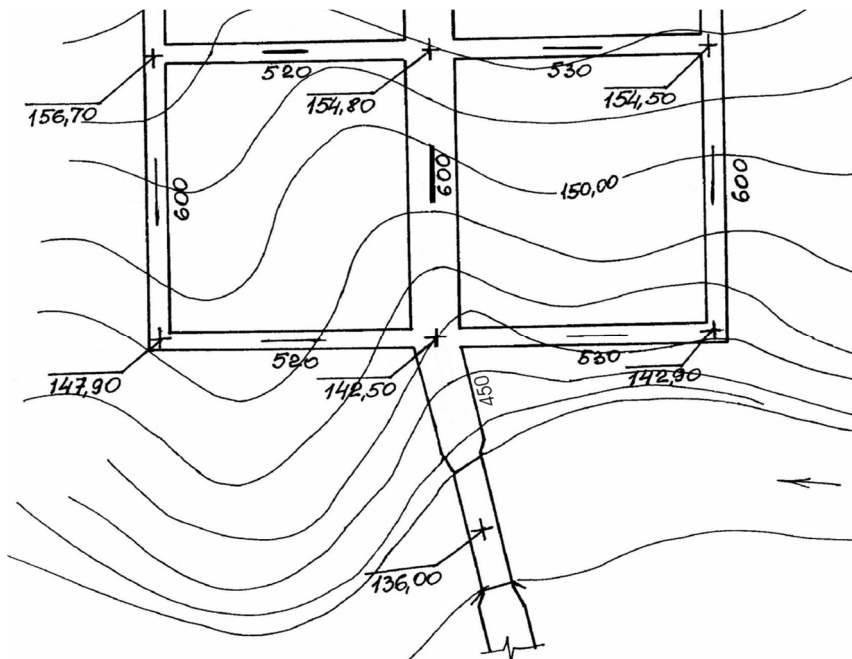


Рисунок 1 – Фрагмент плану міста з чорними позначками і відстанями між ними

Значення ухилів округлюємо до третього знаку після коми і виконуємо зворотну операцію – виправляємо якусь одну позначку. Значення ухилу надписують над стрілкою, яку розміщують по осі вулиці. Під стрілкою надписують відстань між позначками.

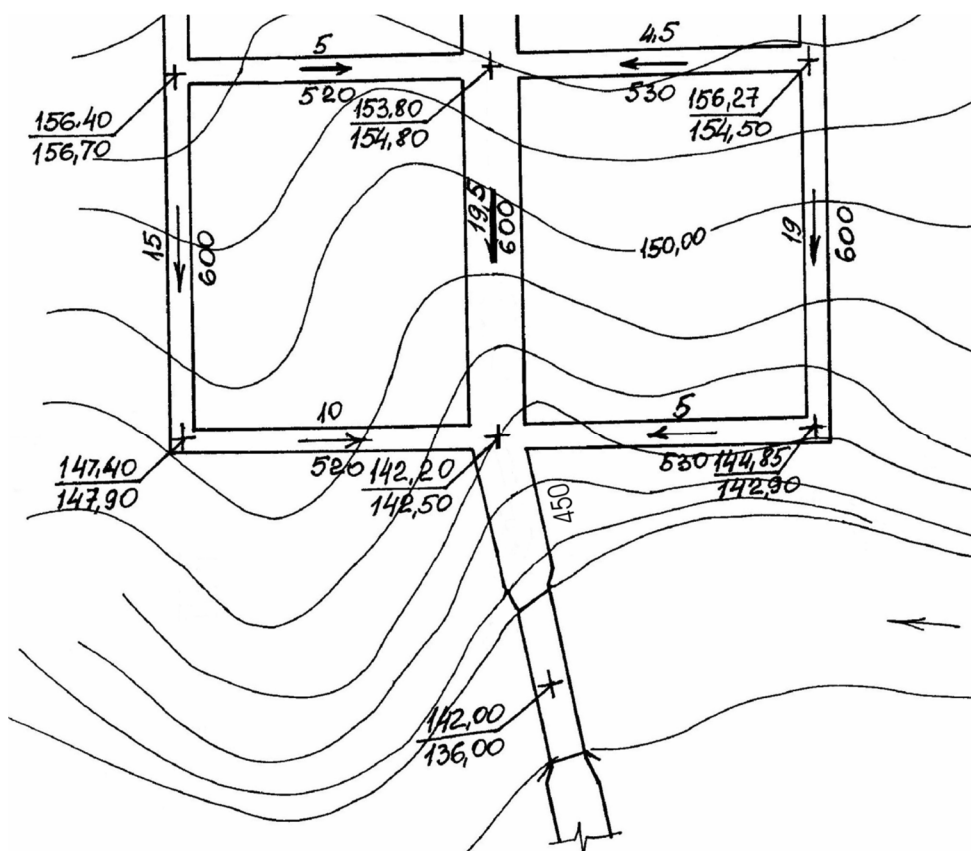


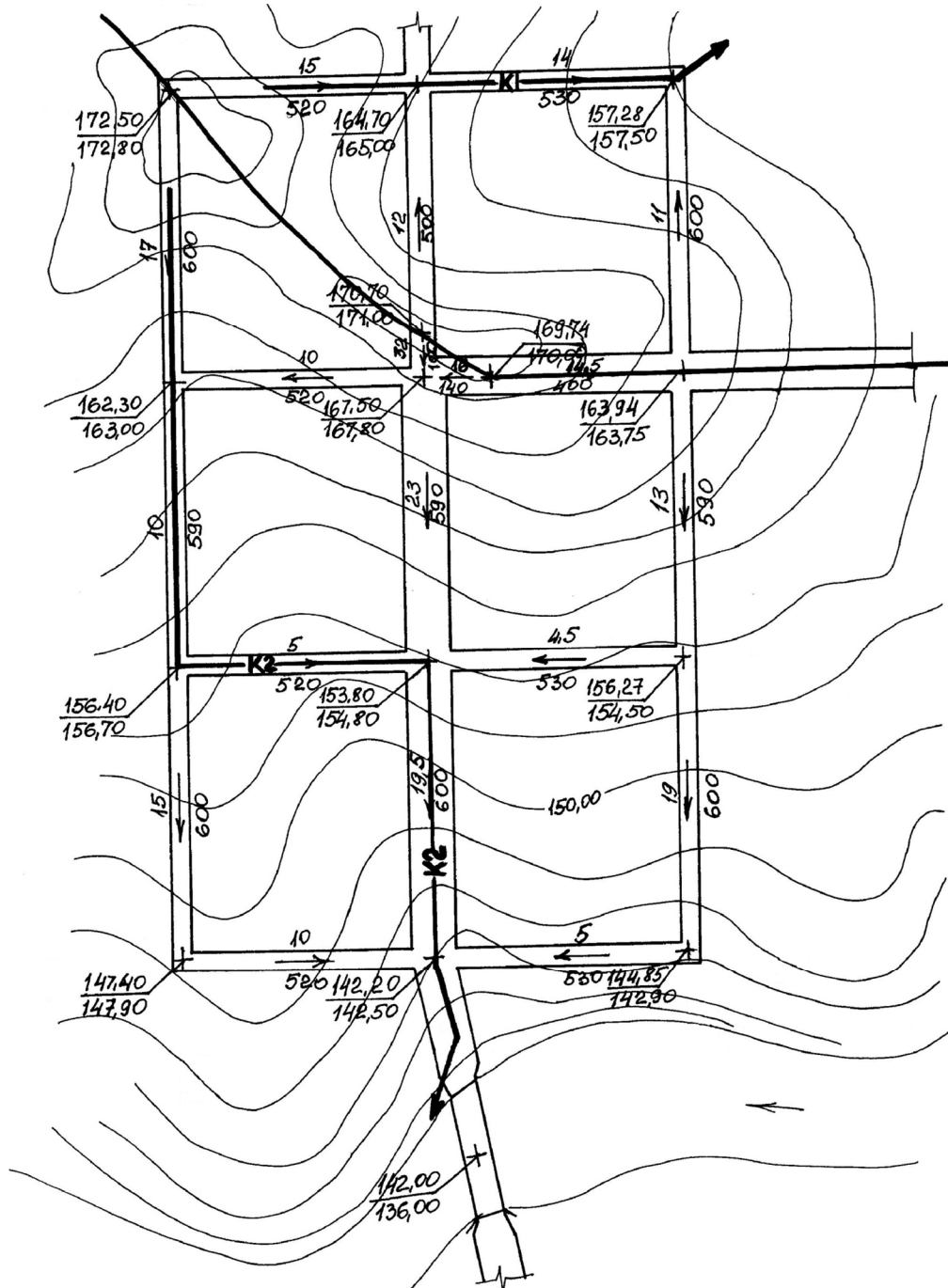
Рисунок 2 – Фрагмент плану з червоними позначками і поздовжніми ухилами

## Розділ 2 Розміщення зливної мережі міста

На території міста показують вододіли, враховуючи наявний і новий запроектований рельєф. Таким чином, на плані міста окреслюються басейни стоку поверхневих вод. У кожному басейні потрібно прокласти зливну каналізацію. Колектори зливної каналізації розміщують у тальвегах. Під час проектування колекторів їх бажано підводити до водойм найкоротшими шляхами. Таким вимогам відповідає перпендикулярна схема з декількома випусками. Але така схема не завжди відповідає санітарним вимогам. Коли випуски з дощової каналізації виходять у місця масового відпочинку людей, рекреаційні зони, пляжі, тоді проектують паралельну схему з випуском, розташованим нижче за течією ріки. Іноді при сприятливих умовах рельєфу можна зливну мережу проектувати за радіальною схемою.

За різними схемами водовідводу необхідно максимально використовувати можливість відведення води поверхневими лотками.

Фрагмент схеми вертикального планування міста з розміщеними колекторами зливної мережі показано на рисунку 3.



7

Головним завданням проектування зливової мережі є найбільш повне обслуговування території міста при найменшій довжині колекторів і найменшій вартості мережі.

### Розділ 3 Гідрологічний і гідравлічний розрахунки колектора зливної мережі

#### 3.1 Гідрологічний розрахунок колектора

Гідрологічним розрахунком визначають розрахункові витрати на розрахункових ділянках у розрахункових перерізах.

Гідрологічний розрахунок виконують у такому порядку: намічають межі басейну стоку, визначають ухили вулиць і траси колекторів, колектор розбивають на окремі ділянки. Межі ділянок визначають місцями приєднання бічних колекторів і зміни ухилів.

Витрати води, л/с, на ділянках дощової каналізації визначають за методом граничних інтенсивностей за формулою:

$$q_r = \frac{z_{mid} \cdot A^{1,2} F}{t_r^{1,2n-0,1}} \cdot \beta \cdot \eta \cdot m, \quad (1)$$

де  $z_{mid}$  – середнє значення коефіцієнта покриття, що характеризує поверхню басейну стоку й залежить від виду поверхні покриття міської території; для водонепроникних покриттів (асфальтобетонних, бетонних, покрівель будинків і споруд) можна прийняти  $z_{mid} \approx 0,25$ ;  $A, n$  – параметри, які потрібно визначати за результатами обробки багаторічних записів самописних дощомірів, зареєстрованих у певному конкретному пункті, або за формулою (3);  $F$  – розрахункова площа стоку, га;  $t_r$  – розрахункова тривалість дощу, що дорівнює тривалості протікання води поверхнею, лотками та трубами до розрахункової ділянки, хв;  $\beta$  – коефіцієнт, що враховує збільшення пропускної здатності ділянок колекторів дощової каналізації, які працюють з підйомом рівня води в колодязях, і становить:  $\beta = 1,0$ , якщо ухил місцевості  $i$  більше  $0,03$ ;  $\beta = 0,6-0,8$  – в інших випадках;  $\eta$  – коефіцієнт, що враховує нерівномірність випадання дощу на площі стоку:  $\eta = 1,0$  для  $F < 500$  га; за  $F \geq 500$  га  $\eta$  визначають згідно з таблицею 1;  $m$  – коефіцієнт, що враховує тривалість дощу, і приймається:  $m = 1,0$  для  $t_r > 10$  хв; для  $t_r = 2-10$  хв,  $m$  визначають за формулою:

$$m = 0,457 \cdot t_r^{0,34}. \quad (2)$$



Таблиця 1 – Коефіцієнт  $\eta$  для врахування нерівномірності випадання дощу по площі басейна стоку

Площа стоку $F$ , га	< 500	500	1000	2000	4000	6000	8000	10000
Значення коефіцієнта $\eta$	1,00	0,95	0,9	0,85	0,8	0,7	0,6	0,55

За відсутності оброблених даних записів дощомірів параметр  $A$  розраховують за формулою:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left( 1 + \frac{\lg P}{\lg m_r} \right)^\gamma, \quad (3)$$

де  $q_{20}$  – інтенсивність дощу, л/на 1 га, тривалістю 20 хв для певної місцевості при  $P = 1$  рік (табл. 2);  $m_r$  – середня кількість дощів за рік;  $n$  і  $\gamma$  – показники ступеня, що залежать від географічного розташування регіону (табл. 2);  $P$  – період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу, який можна визначати залежно від характеру об'єкта каналізування, умов розташування колектора (з урахуванням наслідків, які можуть статися під час дощів, що перевищують розрахункові) і для населених пунктів приймати за таблицями 3, 4.

Таблиця 2 – Значення параметрів  $\gamma$ ,  $q_{20}$ ,  $m_r$  і  $n$  для населених пунктів України ( $n_1$  для  $P \geq 3,5$ ;  $n_2$  для  $3,5 > P \geq 1,4$ ;  $n_3$  для  $1,4 > P \geq 0,7$ ;  $n_4$  для  $P < 0,7$ )

Місто	$\gamma$	$q_{20}$	$m_r$	Місто	$\gamma$	$q_{20}$	$m_r$
1	2	3	4	5	6	7	8
Закарпаття				Одеська область			
$n_1 = 0,74$ ; $n_2 = 0,76$ ; $n_3 = 0,70$ ; $n_4 = 0,63$				$n_1 = 0,69$ ; $n_2 = 0,73$ ; $n_3 = 0,75$ ; $n_4 = 0,59$			
Ужгород	1,54	94,2	122	Одеса	1,82	93,2	98
Прикарпаття				Ізмаїл			
$n_1 = 0,67$ ; $n_2 = 0,72$ ; $n_3 = 0,73$ ; $n_4 = 0,70$				Північні області			
Тернопіль	1,82	96,7	183	$n_1 = 0,71$ ; $n_2 = 0,73$ ; $n_3 = 0,69$ ; $n_4 = 0,61$			
Івано-Франківськ	1,82	112	247	Київ	1,82	104	143
Львів	1,54	109	125	Житомир	1,82	91,4	175
Полтавська, Сумська області				Басейн нижнього Дніпра			
$n_1 = 0,70$ ; $n_2 = 0,65$ ; $n_3 = 0,69$ ; $n_4 = 0,64$				$n_1 = 0,68$ ; $n_2 = 0,69$ ; $n_3 = 0,70$ ; $n_4 = 0,64$			
Полтава	1,82	90,6	120	Черкаси	1,82	97,9	119
Західні області України				Кременчук	1,54	91,8	88
$n_1 = 0,65$ ; $n_2 = 0,71$ ; $n_3 = 0,73$ ; $n_4 = 0,64$				Кропивницький	1,82	88,7	128
Луцьк	1,82	104	161	Дніпро	1,82	79,6	138
Хмельницький	1,82	119	154	Кривий Ріг	1,54	88,7	70
Вінниця	1,54	123	102	Запоріжжя	1,82	91,8	97

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Кам'янець-Подільський	1,33	127	80	Північне узбережжя Чорного моря			
Нижня течія р. Південний Буг				$n_1 = 0,61; n_2 = 0,66; n_3 = 0,73; n_4 = 0,61$			
$n_1 = 0,56; n_2 = 0,71; n_3 = 0,72; n_4 = 0,63$				Херсон	1,54	94,8	60
Миколаїв	2,22	102	115	Басейн р. Сіверський Донець і Приазов'я			
Степовий Крим				$n_1 = 0,67; n_2 = 0,66; n_3 = 0,70; n_4 = 0,68$			
$n_1 = 0,61; n_2 = 0,67; n_3 = 0,69; n_4 = 0,69$				Харків	1,54	104	83
Джанкой	2,22	113	130	Ізюм	1,82	94,1	128
Керченський півострів				Луганськ	1,82	104	113
$n_1 = 0,60; n_2 = 0,69; n_3 = 0,71; n_4 = 0,71$				Донецьк	1,82	108	120
Керч	1,54	127	45	Маріуполь	1,33	93,4	58
Феодосія	1,33	105	42	Бердянськ	1,33	90,7	53
Гірський Крим				Західний Крим			
$n_1 = 0,58; n_2 = 0,67; n_3 = 0,65; n_4 = 0,66$				$n_1 = 0,70; n_2 = 0,72; n_3 = 0,72; n_4 = 0,52$			
Сімферополь	2,22	104	160	Євпаторія	1,82	83,8	80
				Севастополь	1,33	83,8	40

Таблиця 3 – Період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу  $P$  для населених пунктів

Умови розташування колектора (табл. 4)		Величини періоду $P$ , роки, при значеннях інтенсивності дощу $q_{20}$ , л/на 1 га		
Проїзди місцевого значення	Магістральні вулиці	60–80	80–120	понад 120
Сприятливі й середні	Сприятливі	0,33–1	0,5–1	1–2
Несприятливі	Середні	1–1,5	1–2	2–3
Особливо несприятливі	Несприятливі	3–5	3–5	5–10
—	Особливо несприятливі	5–10	5–10	10–20

Розрахункову тривалість дощу  $t_r$  приймають такою, що дорівнює сумі часу протікання дощових вод від найвіддаленішої точки кварталу поверхнею та трубами до розрахункового перерізу трубопроводу:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_{mp}, \quad (4)$$

де  $t_{con}$  – тривалість протікання дощових вод до вуличного лотка, а за наявності дощоприймачів у межах кварталу – до вуличного колектора (час поверхневої концентрації), яку можна визначати розрахунком або приймати від 5 до 10 хв у населених пунктах за відсутності внутрішньоквартальних закритих дощових мереж, а за їхньої наявності – 3–5 хв (під час розрахунків внутрішньокварталь-

ної каналізаційної мережі – 2–3 хв);  $t_{can}$  – тривалість протікання дощових вод вуличними лотками до дощоприймачів (за відсутності їх у межах кварталу), хв, яку можна визначати за формулою (5);  $t_{mp}$  – тривалість протікання дощових вод трубами до розрахункового перерізу, хв, яку можна визначати за формулою (6).

Таблиця 4 – Фактори, що визначають умови розташування колекторів

Умови розташування колектора	Басейн водозбору колектора			Особливості розташування колектора
	площа, га	рельєф	ухил	
Сприятливі	$\leq 150$	плаский	$\leq 0,005$	будь-де
	будь-яка	будь-який	будь-який	у межах до 400 м від вододілу
Середні	$>150$	плаский	$\leq 0,005$	будь-де, крім низу схилу
	$\leq 150$	будь-який	$0,005-0,02$	тальвег
Несприятливі	$>150$	будь-який	будь-який	низ схилу
	будь-яка	крутий	$> 0,02$	тальвег
Особливо несприятливі	будь-яка	будь-який	будь-який	відводить воду із котловини

Тривалість протікання дощових вод вуличними лотками  $t_{can}$ , хв, визначають за формулою:

$$t_{can} = 0,021 \sum_i \frac{l_{can.i}}{V_{can.i}}, \quad (5)$$

де  $l_{can.i}$  – довжина  $i$ -х ділянок лотків, м;  $V_{can.i}$  – розрахункова швидкість течії води лотком проїзної частини, м/с.

Тривалість протікання дощових вод трубами до розрахункового перерізу  $t_{mp}$ , хв, визначають за формулою:

$$t_{mp} = 0,017 \sum_i \frac{l_{mp.i}}{V_{mp.i}}, \quad (6)$$

де  $l_{mp.i}$  – довжина  $i$ -х ділянок трубопроводу, м;  $V_{mp.i}$  – розрахункова швидкість течії води в трубопроводі, м/с.

Величина  $l_{can}$  залежить від розмірів кварталів, місць розташування перших дощоприймачів, категорій вулиць, їхніх поздовжніх ухилів, інтенсивностей руху і становлять 100–250 м. Швидкості течії в лотках  $V_{can}$  залежать від розмірів і типів лотків, їхніх поздовжніх ухилів, наповнення тощо. У середньому можна прийняти  $V_{can} = 0,3-1,0$  м/с, а  $t_{can} = 2-15$  хв.

Визначивши витрати зливової води, визначають діаметри колектора для кожної ділянки за таблицями Лукіних.

### 3.2 Гідравлічний розрахунок колектора

Гідравлічним розрахунком визначають швидкість течії води в трубах, гідравлічний ухил, гідравлічний радіус, пропускну здатність колекторів мережі. Умовами розрахунку є самотісний і безнапірний рух води в трубах; робота колекторів під час їхнього розрахункового наповнення; рух води в колекторах, як турбулентного потоку.

Гідравлічні розрахунки мереж водовідведення орієнтовані на те, щоб за відомими максимальними витратами води на ділянках  $q_{p.макс}$  (або  $q_r$ ) підібрати діаметри  $d$ , ухили труб  $i$ , їхнє наповнення  $h/d$  так, щоб швидкості руху потоку стічних рідин  $V$  були достатніми для самоочищення труб, а заглиблення труб  $H$  були мінімальними, але не менше допустимих величин  $H_{дон}$ .

Пропускную здатність трубопроводів визначають за формулою:

$$q = \omega V, \quad (7)$$

де  $q$  – розрахункова витрата стічних вод, м<sup>3</sup>/с;  $\omega$  – площа перерізу труби, м<sup>2</sup> (табл. 6);  $V$  – середня швидкість руху стічних вод, м/с.

Під час гідравлічних розрахунків мереж водовідведення необхідно забезпечити такі граничні обмеження розрахункових параметрів:

- *мінімальні діаметри* труб внутрішньоквартальної мережі – 200 мм, а вуличної – 250 мм;
- *мінімальні швидкості* руху стічних вод в трубах  $V_{мін}$  при періоді одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу  $P = 0,33$  року приймають 0,6 м/с;
- *максимальні швидкості* стічних вод  $V_{макс}$  для металевих труб – 10,0 м/с; для неметалевих – 7,0 м/с;
- *максимальне наповнення* труб  $h/d_{макс} = 1,0$ , тому труби з'єднують за звичай по шелигах;
- *найменші ухили* самотісних трубопроводів  $i_{мін}$  потрібно приймати залежно від допустимих мінімальних швидкостей руху стічних вод  $V_{мін}$  у разі найбільшого розрахункового наповнення труб  $h/d_{макс}$ : для труб діаметрами  $d = 200$  мм –  $i_{мін} = 0,007$ ; як виняток, залежно від місцевих умов для окремих ділянок самотісної мережі допускається приймати ухили 0,005, а у разі застосуванні пластмасових труб – 0,004;
- *мінімальну допустиму глибину закладання*  $H_{з.дон}$  лотка трубопроводу для умов України – не менше 0,7 м до верху труби від поверхні землі або планування території.

Таблиця 6 – Значення гідравлічних елементів для круглих труб за повного їхнього наповнення

Діаметр труб $D$ , м	Площа перерізу $\omega$ , м <sup>2</sup>	Гідравлічний радіус $R = \omega/P$	$W_V = V/\sqrt{i}$	$K_Q = q_{np}/\sqrt{i}$
0,3	0,071	0,075	12,85	0,908
0,4	0,126	0,1	15,55	1,954
0,5	0,196	0,125	18,06	3,546
0,6	0,283	0,15	20,39	5,76
0,7	0,385	0,18	22,6	8,7
0,8	0,503	0,2	24,68	12,41
0,9	0,636	0,22	26,72	17,00
1	0,785	0,25	28,57	22,44
1,1	0,95	0,28	30,49	28,98
1,2	1,131	0,3	32,33	36,56
1,3	1,327	0,32	34,08	45,24
1,4	1,54	0,35	35,79	55,09
1,5	1,767	0,38	37,58	66,41
1,6	2	0,4	39,13	78,65
1,7	2,269	0,42	40,41	91,69
1,8	2,543	0,45	42,27	107,49
1,9	2,835	0,48	44,14	125,14
2	3,14	0,5	45,32	142,37
2,1	3,462	0,52	46,5	160,98
2,2	3,799	0,55	48,3	183,49
2,3	4,153	0,58	49,91	207,28
2,4	4,522	0,6	51,15	231,3
2,5	4,906	0,62	52,78	256

### **Приклад розрахунку колектора зливової каналізації**

Район проектування – місто Харків.

На плані міста вибирають колектор довжиною приблизно 2000 м (колектор К1). Для нього окреслюють межі басейну стоку. Колектор зподіляють на ділянки, площу басейну стоку також поділяють на окремі площі для кожної ділянки колектора (рис. 4).

#### **1) Гідрологічний розрахунок колектора**

1. Визначають площі басейнів стоку для кожної ділянки колектора:

$$F_1 = 46 \text{ га}, F_2 = 46 + 36,8 = 82,8 \text{ га}, F_3 = 82,8 + 39,2 = 132 \text{ га},$$

$$F_4 = 132 + 37,8 = 169,8 \text{ га}.$$

Площі басейнів стоку на всіх ділянках не перевищують 500 га, тому  $\eta$  на всіх ділянках дорівнює 1 (табл. 1).



Рисунок 4 – План колектора зливної каналізації

2. Для заданого керівником кліматичного району (місто Харків) приймаємо значення параметрів  $n_l$ ,  $\gamma$ ,  $q$ ,  $m_r$ . Визначаємо параметри за таблицею 2:

$$n_l = 0,67; \gamma = 1,54; q_{20} = 104; m_r = 83.$$

Період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу  $P$ , приймаємо за таблицями 3, 4:  $P = 1$ .

Середнє значення коефіцієнта покриття  $z_{mid}$  приймаємо 0,25.

Коефіцієнт, що враховує збільшення пропускної здатності ділянок колекторів дощової каналізації  $\beta$  приймаємо 0,7, якщо ухил місцевості  $i$  менше 0,03.

3. Розраховуємо параметр  $A$  за формулою (3):

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left( 1 + \frac{\lg P}{\lg m_r} \right)^\gamma = 104 \cdot 20^{0,67} \left( 1 + \frac{\lg 1}{\lg 83} \right)^{1,54} = 773,97.$$

4. Визначаємо тривалість протікання дощових вод до вуличного лотка  $t_{con}$ :

$$t_{con} = 5 \text{ хв.}$$

5. На плані визначаємо довжину лотка  $l_{can.}$ , що дорівнює 230 м.

Розрахункова швидкість течії лотком проїзної частини  $V_{can}$  дорівнює 0,7 м/с.

Знаходимо тривалість протікання дощових вод вуличними лотками  $t_{can}$  за формулою (5):

$$t_{can} = 0,021 \sum_i \frac{l_{can.i}}{V_{can.i}} = 0,021 \frac{230}{0,7} = 6,9 \text{ хв.}$$

6. Розрахункову швидкість течії води у трубопроводі  $V_{mp}$  приймаємо 0,7 м/с. Обчислюємо тривалість протікання дощових вод трубами до розрахункового перерізу  $t_{mp}$  за формулою (6). Через те, що колектор розподілено на чотири ділянки, тоді й розрахунків  $t_{mp}$  має бути для чотирьох ділянок:

$$\text{на 1-й ділянці } t_{mp1} = 0,017 \sum_i \frac{l_{mp.i}}{V_{mp.i}} = 0,017 \frac{380}{0,7} = 9,23 \text{ хв};$$

$$\text{на 2-й ділянці } t_{mp2} = 0,017 \frac{380 + 460}{0,7} = 20,4 \text{ хв};$$

$$\text{на 3-й ділянці } t_{mp3} = 0,017 \frac{380 + 460 + 560}{0,7} = 34 \text{ хв};$$

$$\text{на 4-й ділянці } t_{mp4} = 0,017 \frac{380 + 460 + 560 + 540}{0,7} = 47,1 \text{ хв.}$$

7. Знаходимо розрахункову тривалість дощу за формулою (4):

на 1-й ділянці  $t_{r1} = t_{con} + t_{can} + t_{mp1} = 5 + 6,9 + 9,23 = 21,13$  хв;

на 2-й ділянці  $t_{r2} = t_{con} + t_{can} + t_{mp2} = 5 + 6,9 + 20,4 = 32,3$  хв;

на 3-й ділянці  $t_{r3} = t_{con} + t_{can} + t_{mp3} = 5 + 6,9 + 34 = 45,9$  хв;

на 4-й ділянці  $t_{r4} = t_{con} + t_{can} + t_{mp4} = 5 + 6,9 + 47,1 = 59$  хв.

8. Обчислюємо коефіцієнт  $m$ , що враховує тривалість дощу:

на 1-й ділянці  $t_r < 10$  хв; тоді  $m$  розраховуємо за формулою (2),

$$m_1 = 0,457 \cdot t_{r1}^{0,34} = 0,457 \cdot 21,13^{0,34} = 1,29;$$

на 2-й, 3-й і 4-й ділянках  $t_r > 10$  хв, тоді  $m$  приймаємо рівним 1,0.

9. Визначаємо розрахункові витрати зливової води за формулою (1):

на 1-й ділянці

$$q_{r1} = \frac{z_{mid} \cdot A^{1,2} F_1}{t_{r1}^{1,2n-0,1}} \cdot \beta \cdot \eta \cdot m_1 = \frac{0,25 \cdot 773,97^{1,2} \cdot 46}{21,13^{1,2 \cdot 0,67 - 0,1}} 0,7 \cdot 1 \cdot 1,29 = 3549 \text{ л/с};$$

на 2-й ділянці

$$q_{r2} = \frac{z_{mid} \cdot A^{1,2} F_2}{t_{r2}^{1,2n-0,1}} \cdot \beta \cdot \eta \cdot m_2 = \frac{0,25 \cdot 773,97^{1,2} \cdot 82,8}{32,3^{1,2 \cdot 0,67 - 0,1}} 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 3673,4 \text{ л/с};$$

на 3-й ділянці

$$q_{r3} = \frac{z_{mid} \cdot A^{1,2} F_3}{t_{r3}^{1,2n-0,1}} \cdot \beta \cdot \eta \cdot m_3 = \frac{0,25 \cdot 773,97^{1,2} \cdot 132}{45,9^{1,2 \cdot 0,67 - 0,1}} 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 4572 \text{ л/с};$$

на 4-й ділянці

$$q_{r4} = \frac{z_{mid} \cdot A^{1,2} F_4}{t_{r4}^{1,2n-0,1}} \cdot \beta \cdot \eta \cdot m_4 = \frac{0,25 \cdot 773,97^{1,2} \cdot 169,8}{59^{1,2 \cdot 0,67 - 0,1}} 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 4934 \text{ л/с}.$$

10. За таблицями Лукіних [7] підбираємо діаметри труб колектора:

на 1-й ділянці  $d = 1200$  мм, швидкість руху води в трубі  $V = 3,491$  м/с, наповнення в долях – 0,843, гідравлічний ухил –  $i = 0,009$ ;

на 2-й ділянці  $d = 1200$  мм, швидкість руху води в трубі  $V = 3,458$  м/с, наповнення в долях – 0,89, гідравлічний ухил –  $i = 0,009$ ;

на 3-й ділянці  $d = 1400$  мм, швидкість руху води в трубі  $V = 3,068$  м/с, наповнення в долях – 0,929, гідравлічний ухил –  $i = 0,006$ ;

на 4-й ділянці  $d = 1400$  мм, швидкість руху води в трубі  $V = 3,645$  м/с, наповнення в долях – 0,823, гідравлічний ухил –  $i = 0,008$ .

## 2) Гідравлічний розрахунок колектора

1. Згідно з визначеними діаметрами для кожної ділянки за таблицею 6 знаходимо площу живого перерізу труби:



на 1-й ділянці  $\omega = 1,131 \text{ м}^2$ ;  
на 2-й ділянці  $\omega = 1,131 \text{ м}^2$ ;  
на 3-й ділянці  $\omega = 1,54 \text{ м}^2$ ;  
на 4-й ділянці  $\omega = 1,54 \text{ м}^2$ .

2. Обчислюємо пропускну здатність труби у разі повного її наповнення й самопливного режиму за формулою (7):

на 1-й ділянці  $q_1 = \omega V = 1,131 \cdot 3,497 = 3,955 \text{ м}^3/\text{с} = 3955 \text{ л/с}$ ;  
на 2-й ділянці  $q_2 = 1,131 \cdot 3,458 = 3,911 \text{ м}^3/\text{с} = 3911 \text{ л/с}$ ;  
на 3-й ділянці  $q_3 = 1,54 \cdot 3,068 = 4,725 \text{ м}^3/\text{с} = 4725 \text{ л/с}$ ;  
на 4-й ділянці  $q_4 = 1,54 \cdot 3,645 = 5,613 \text{ м}^3/\text{с} = 5613 \text{ л/с}$ .

Якщо порівняти розрахункові витрати  $q_r$  і пропускну здатність  $q$  на кожній ділянці колектора, можна виявити, що пропускна здатність вище розрахункових витрат і розбіжність становить:

на 1-й ділянці  $\frac{3955 - 3549}{3955} = 10 \%$ ;  
на 2-й ділянці  $\frac{3911 - 3673}{3911} = 6 \%$ ;  
на 3-й ділянці  $\frac{4725 - 4572}{4725} = 3 \%$ ;  
на 4-й ділянці  $\frac{5613 - 4934}{5613} = 12 \%$ ,

тобто розбіжність не перевищує 15 %, що задовольняє розрахункам.

#### **Розділ 4 Поздовжній профіль колектора зливної каналізації**

Проектування в профілі колекторів має на меті встановити позначки лотків труб, ухили й глибину закладення.

Поверхневі води в колектор надходять через дощоприймальні колодязі. Відстань між дощоприймальними колодязями залежить від ухилу вулиці:

у разі ухилу вулиці 4 ‰ – 50 м;  
4–6 ‰ – 60 м;  
6–10 ‰ – 70 м;  
10–30 ‰ – 80 м;  
більше 30 ‰ – 90 м.

Оглядові колодязі встановлюють у місцях повороту траси, зміни діаметрів чи ухилів, приєднання гілок від дощоприймальних колодязів або бічних колекторів, а також на прямих ділянках на відстані:

- у разі діаметра 0,40 м – 50–60 м;
- 0,50–0,60 м – 60–70 м;
- 0,70–1.00 м – 60–80 м;
- більше 1,2 м – 70–100 м.

Приклад побудови поздовжнього профілю колектора наведено на рисунку 5.

***Порядок побудови поздовжнього профілю колектора зливної каналізації та вимоги щодо його оформлення.***

Поздовжній профіль будують в масштабах: горизонтальний 1:2000, вертикальний 1:100.

1. Спочатку будують чорний (існуючий) профіль, потім червоний (проектний) за позначками, що розташовані над колектором. У графі «Відстані» вказують відстані між перехрестями та іншими характерними точками згідно плану міста. У графі «Позначки поверхні існуючі» надписують позначки існуючої поверхні землі, а у графі «Позначки поверхні планувальні» – позначки, що запроектовані (червоні). Існуючу лінію поверхні показують пунктиром, проектну – суцільною лінією.

2. У графі «План колектора» викреслюють схематично план проїзної частини вулиці, на якій розміщено колектор, показують перехрещення з іншими вулицями. На проїзній частині розміщують дощоприймальні колодязі. Якщо колодязь потрапляє на перехрестя, тоді його встановлюють за ним або перед перехрещенням. Після цього розміщують оглядові колодязі, які нумерують (ОК1, ОК2 і т.д.).

3. Будують поздовжній профіль колектора, на якому показують всі оглядові колодязі, з'єднані між собою трубою. Трубу закладають нижче від проектної лінії поверхні залежно від розрахункової глибини промерзання ґрунту. Діаметр труби показують у масштабі, а діаметри колодязів – схематично. Колектор показують червоним кольором.

4. У графі «№ колодязів» проставляють номери оглядових колодязів.

5. У графі «Відстань між колодязями» надписують відстані між оглядовими колодязями.

6. У графі «Позначки труби – лотка» проставляють позначки лотка колодязя чи труби. Позначка лотка – це найнижча точка на дні колодязя або труби.

7. У графі «Позначки труби – шелиги» надписують позначки шелиги – найвищої точки усередині труби. Позначка шелиги – це позначка лотка плюс діаметр труби.

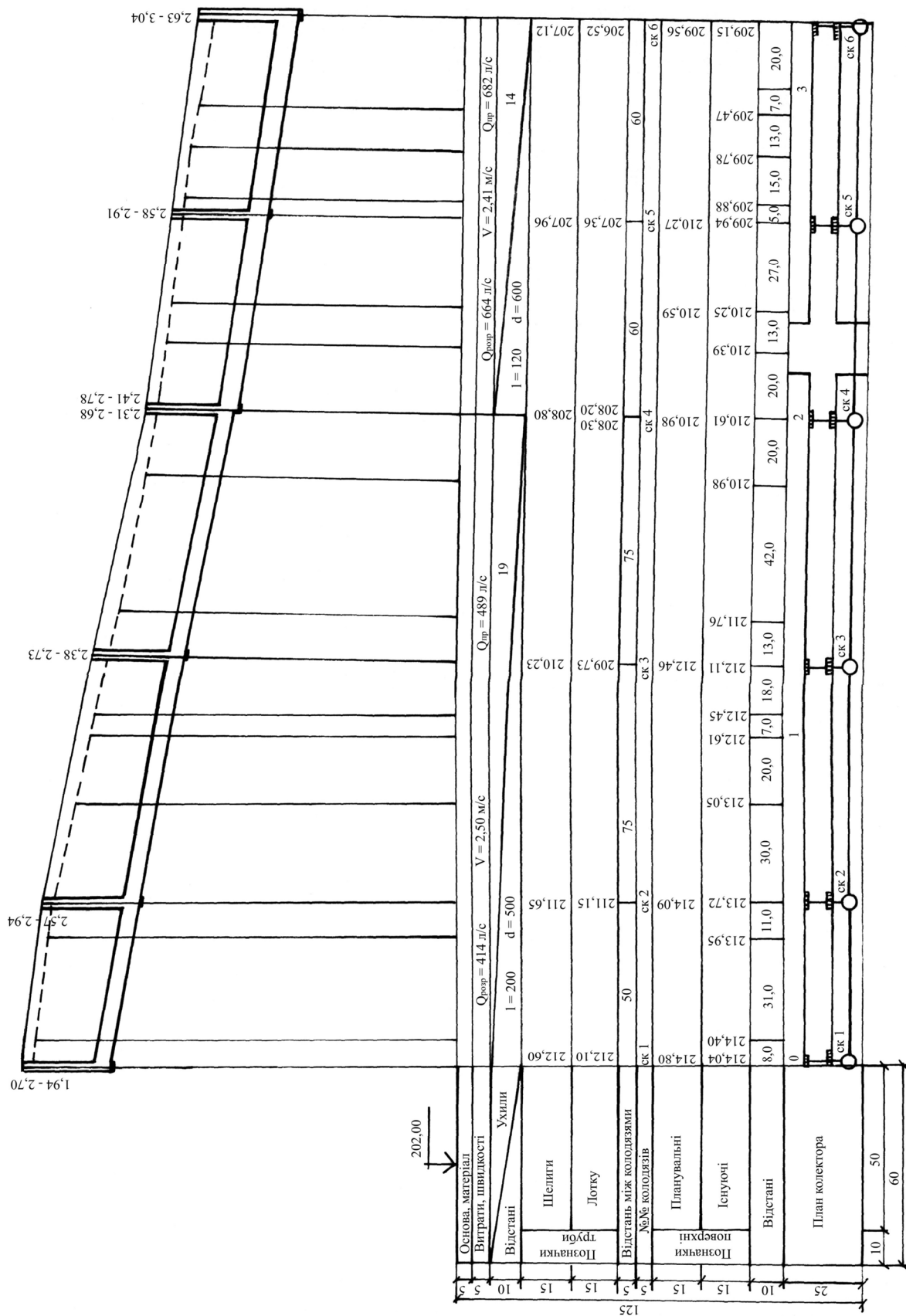


Рисунок 5 – Поздовжній профіль колектора зливної каналізації

8. У графі «Ухили/Відстані» зверху надписують ухили труби у промілях, знизу – довжину ділянки труби з цим ухилом у метрах і діаметр труби на цій ділянці в міліметрах.

9. У графі «Витрати, швидкості» показують розрахункові витрати  $q_r$  за гідрологічним розрахунком, швидкість води у трубі  $V$  і пропускну здатність труби  $q$  за гідравлічним розрахунком.

10. У графі «Основа, матеріал» указують, на якій основі вкладають труби і яким матеріалом засипають. Цю графу дозволяється не заповнювати.

*Графи з пунктів 4–9 заповнюють червоним кольором.*

11. Розраховують робочі позначки, які надписують на профілі зверху над оглядовими колодязями. Нижча позначка – це різниця між існуючою позначкою поверхні землі й позначкою лотка труби чи колодязя. Верхня позначка – це різниця між проектною позначкою поверхні й позначкою лотка труби чи колодязя. Робочі позначки надписують червоним кольором.

## РОЗПОДІЛ ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Теми практичних занять	Обсяг у годинах	
		денна форма навчання	заочна форма навчання, ЦПО і ЗН
1	Видача завдання на розрахунково-графічне завдання, ознайомлення з методичними рекомендаціями, списком використаної літератури	2	1
2	Принципи визначення існуючих позначок на перехрестях вулиць та у характерних місцях	3	1
3	Принципи розрахунку проектних позначок і поздовжніх ухилів на вулицях	3	1
4	Принципи побудови проектних горизонталей на міських вулицях і дорогах	3	2
5	Принципи побудови проектних горизонталей на перехрестях вулиць і доріг в одному рівні	3	2
6	Посадка будівель на рельєф	3	1
7	Основні принципи розміщення зливової мережі на території міста	3	1
8	Гідрологічний розрахунок зливової каналізації	3	2
9	Гідравлічний розрахунок зливової каналізації	3	1

## РОЗПОДІЛ ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Самостійна робота складається з роботи над підручниками за темами лекцій і виконання розрахунково-графічного завдання, супроводжується консультаціями викладачів з теоретичного матеріалу.

№ з/п	Теми самостійної роботи	Обсяг у годинах	
		денна форма навчання	заочна форма навчання, ЦПО і ЗН
1	Вступ. Інженерна підготовка міських територій та її завдання	2	5
2	Вертикальне планування міських територій	4	5
3	Вертикальне планування міських вулиць і доріг	4	6
4	Вертикальне планування перехресть вулиць і доріг у одному рівні	4	6
5	Вертикальне планування майданів	3	5
6	Проектування транспортних розв'язок у різних рівнях	4	5
7	Вертикальне планування кварталів	4	6
8	Автомобільні стоянки в містах	3	5
9	Вертикальне планування реконструйованих територій	4	5
10	Проектування територій промислових підприємств	4	5
11	Вертикальне планування територій зелених насаджень	3	5
12	Підрахунок обсягів земляних робіт при вертикальному плануванні	3	5
13	Організація стоку поверхневих вод з міських територій	4	6
14	Водні басейни міста	4	6
15	Захист міських територій від підтоплення	4	5
16	Інженерна підготовка заболочених територій	3	5
17	Виконання розрахунково-графічного завдання	26	26
	<b>Разом</b>	<b>83</b>	<b>111</b>

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Планування і забудова територій : ДБН Б.2.2-12:2018. – Чинний від 2018-09-01. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 179 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Вулиці та дороги населених пунктів : ДБН В.2.3-5:2018. – Чинний від 2018-09-01. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 55 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування : ДБН В.2.5-75:2013. – Чинний від 01.01.2014 р. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 207 с. (Державні будівельні норми України).
4. Линник І. Е. Інженерна підготовка територій населених місць: навч. посібник / І. Е. Линник. – Харків : ХНАМГ, 2004. – 337 с.
5. Евтушенко М. Г. Инженерная подготовка территорий населенных мест / М. Г. Евтушенко. – М. : Стройиздат, 1982. – 215 с.
6. Клиорина Г. И. Инженерная подготовка городских территорий / Г. И. Клиорина, В. А. Осин, М. С. Шумилов. – М. : Высш. шк., 1984. – 271с.
7. Лукиных А. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского / А. А. Лукиных, Н. А. Лукиных. – М. : Стройиздат, 1974. – 156 с.

*Виробничо-практичне видання*

## МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для виконання розрахунково-графічного завдання,  
практичних завдань і самостійної роботи  
з навчальної дисципліни

### «ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ»

*(для студентів усіх форм навчання галузі знань 19 – Архітектура  
та будівництво, спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія,  
освітньої програми «Міське будівництво та господарство»)*

Укладач **ЛИННИК** Ірина Едуардівна

Відповідальний за випуск *О. В. Завальний*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *І. Е. Линник*

План 2019, поз. 45 М

---

Підп. до друку 22.05.2019 Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,5.

Тираж 100 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.